



PATENT  
81788.0252

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

Mitsuhiko KITAGAWA et al.

Serial No: 10/618,258

Filed: July 11, 2003

For: Micro Electro Mechanical System Apparatus

Art Unit: 2811

Examiner: Not assigned

**TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to:

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450, on

November 14, 2003

Date of Deposit

Gary Chernyavsky

Name

11/14/03

Signature

Date

Enclosed herewith are certified copies of Japanese patent application Nos. 2002-206049 filed July 15, 2002 and 2003-175120 filed June 19, 2003, from which priority is claimed under 35 U.S.C. § 119 and Rule 55.

Acknowledgment of the priority document(s) is respectfully requested to ensure that the subject information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

HOGAN & HARTSON L.L.P.

By: 

Anthony J. Orler  
Registration No. 41,232  
Attorney for Applicant(s)

Date: November 14, 2003

500 South Grand Avenue, Suite 1900  
Los Angeles, California 90071  
Telephone: 213-337-6700  
Facsimile: 213-337-6701

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2002年 7月15日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2002-206049

[ST.10/C]:

[JP2002-206049]

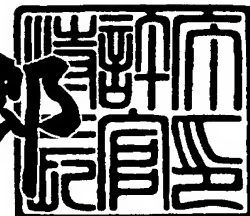
出 願 人  
Applicant(s):

株式会社東芝

2003年 5月13日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3035065



【弁理士】

【氏名又は名称】 佐 藤 泰 和

【選任した代理人】

【識別番号】 100096921

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉 元 弘

【選任した代理人】

【識別番号】 100103263

【弁理士】

【氏名又は名称】 川 崎 康

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 087654

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 MEMS装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発光素子と、

前記発光素子から出射された光を受け電圧を発生する受光素子が複数個直列に接続された受光回路と、

前記受光回路によって発生された電圧によって駆動されるMEMS構造部と、  
を備えたことを特徴とするMEMS装置。

【請求項 2】

前記MEMS構造部は、RF-MEMSスイッチを備えていることを特徴とする請求項 1 記載のMEMS装置。

【請求項 3】

前記MEMS構造部は、直列に接続された第 1 乃至第 2 のRF-MEMSスイッチを備えていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のMEMS装置。

【請求項 4】

前記MEMS構造部は、前記RF-MEMSスイッチとインピーダンス整合された配線を備えていることを特徴とする請求項 2 または 3 記載のMEMS装置。

【請求項 5】

前記MEMS構造部は、直列に接続された第 1 乃至第 2 のRF-MEMSスイッチと、一端が前記第 1 のRF-MEMSスイッチと第 2 のRF-MEMSスイッチの接続点に接続され、他端が接地電源に接続された第 3 のRF-MEMSスイッチとを備えていることを特徴とする請求項 1 記載のMEMS装置。

【請求項 6】

前記MEMS装置はパッケージ化され、前記発光素子と前記受光回路とはシリコン光チューブによって光結合されていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載のMEMS装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、MEMS (Micro Electro Mechanical System) 装置に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

現在、MEMS (Micro Electro Mechanical System (微小電気機械システム)) は、幾つかの分野では広く実用化されている。このMEMSをRF (Radio Frequency) スイッチに適用すれば、伝送損失を低減できるとともにオフ状態での絶縁性を高めることができるという良好な性能を得ることが可能となる。

## 【0003】

静電駆動型のRF-MEMSスイッチの模式的構成を図12に示す。図12に示すように、このRF-MEMSスイッチ11は、2つの静電電極11a、11bの間に可動接触子11cと、接点11d、11eとが設けられた構成となっている。接点11dは入力端子13に接続され、接点11eは出力端子14に接続されている。そして、静電電極11a、11bのうちの一方には高電位が印加され、他方には低電位が印加される。

## 【0004】

このRF-MEMSスイッチの一具体的な構成を図13に示す。図13(a)は、このRF-MEMSスイッチの平面図を示し、図13(b)は、このRF-MEMSスイッチがオープン状態の場合の、図13(a)に示す切断線A-A'で切断したときの断面を示し、図13(c)は、このRF-MEMSスイッチがオープン状態の場合の、図13(a)に示す切断線B-B'で切断したときの断面を示し、図13(d)は、このRF-MEMSスイッチがクローズ状態の場合の、図13(a)に示す切断線A-A'で切断したときの断面を示し、図13(e)は、このRF-MEMSスイッチがクローズ状態の場合の、図13(a)に示す切断線B-B'で切断したときの断面を示す。

## 【0005】

図13に示すように、静電電極11bは基板30上に固定され、静電電極11aは、基板30上に支点20aが取り付けられた片持ち梁20に固定されている。また、可動接触子11cは、片持ち梁20の支点20aと反対側の端部に設け

られ、接点 1 1 d、1 1 e は基板 3 0 上に設けられている。静電電極 1 1 a、1 1 b に電圧が印加されない状態では、図 1 3 (b)、(c) に示すように片持ち梁 2 0 は撓まず、可動接触子 1 1 c は接点 1 1 d、1 1 e に接触しない。このため、スイッチ 1 1 はオープン状態となっている。これに対して、静電電極 1 1 a、1 1 b に電圧が印可されると、図 1 3 (d)、(e) に示すように、静電気力により片持ち梁 2 0 が撓み、可動接触子 1 1 c が接点 1 1 d、1 1 e と接触し、スイッチ 1 1 がクローズ状態となる。

## 【0 0 0 6】

## 【発明が解決しようとする課題】

このような静電駆動型の R F - M E M S スイッチは、伝送損失が少なくかつオフ状態（オープン状態）のときの絶縁性が高いため、携帯無線機器に使用することが検討されている。しかし、静電駆動型の R F - M E M S スイッチは、一般に可動接触子と接点との接着を防止して信頼性を確保するためには、数十 V から数百 V の駆動電圧が必要である。一方、携帯無線機器のバッテリーは数 V であるため、静電駆動型の R F - M E M S スイッチを携帯無線機器に使用しようとした場合、R F - M E M S スイッチ駆動用の電圧を得るには、バッテリーを昇圧するか、静電駆動型の R F - M E M S の駆動電圧をできるだけ低くすることが必要になる。しかし、低い駆動電圧では信頼性が確保できないという問題があった。

## 【0 0 0 7】

また、R F - M E M S スイッチの駆動電圧を昇圧するためのパワー I C 回路を R F - M E M S スイッチと一体集積化して形成することが考えられるが、この場合、その昇圧するパワー I C 回路から発生するノイズが R F - M E M S スイッチに悪影響を与えるという問題がある。

## 【0 0 0 8】

本発明は、上記事情を考慮してなされたものであって、ノイズの発生を可及的に抑制し、高い信頼性を得ることのできる M E M S 装置を提供することを目的とする。

## 【0 0 0 9】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の一態様によるMEMS装置は、発光素子と、前記発光素子から出射された光を受け電圧を発生する受光素子が複数個直列に接続された受光回路と、前記受光回路によって発生された電圧によって駆動されるMEMS構造部と、を備えたことを特徴とする。

## 【0010】

なお、前記MEMS構造部は、RF-MEMSスイッチを備えていても良い。

## 【0011】

なお、前記MEMS構造部は、直列に接続された第1乃至第2のRF-MEMSスイッチを備えていても良い。

## 【0012】

なお、前記MEMS構造部は、前記RF-MEMSスイッチとインピーダンス整合された配線を備えていても良い。

## 【0013】

なお、前記MEMS構造部は、直列に接続された第1乃至第2のRF-MEMSスイッチと、一端が前記第1のRF-MEMSスイッチと第2のRF-MEMSスイッチの接続点に接続され、他端が接地電源に接続された第3のRF-MEMSスイッチとを備えていても良い。

## 【0014】

なお、前記MEMS装置はパッケージ化され、前記発光素子と前記受光回路とはシリコン光チューブ等により光結合されていることが好ましい。

## 【0015】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら具体的に説明する。

## 【0016】

## (第1実施形態)

本発明の第1実施形態によるMEMS装置の構成を図1に示す。この実施形態のMEMS装置1は、例えばLED (Light Emitting Diode) またはLD (Laser Diode) など発光素子2aからなる発光素子回路2と、直列に接続された複数の受光ダイオード $5_1, \dots, 5_n$ からなる受光回路5と、放電回路7と、ME



MS（微小電気機械システム）10とを備えている。本実施形態におけるMEMS10は、例えば、RF-MEMSスイッチ、MEMSミラー、MEMS光スイッチ、MEMSアクチュエータ等のいずれであっても良い。また、受光回路5および放電回路7は、MEMS10を駆動する駆動回路4を構成し、1チップ上に形成される。なお、駆動回路4とMEMS10とを1チップ上に形成することも可能である。

## 【0017】

数Vの入力電圧を発光素子回路2に印加すると、発光素子回路2から光が発射される。この発射された光を、受光回路5を構成する受光ダイオード $5_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) が受光すると、各受光ダイオード $5_i$ のアノードとカソードとの間に所定の電圧が生じる。受光ダイオード $5_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) の個数 $n$ を調節することにより、受光回路5の両端には、例えば40V以上の電圧を発生することが可能となる。このような高電圧が受光回路5の両端に生じると、この高電圧は放電回路7を介してMEMS10の制御電極に印加され、MEMS10が動作する。なお、このMEMS10の動作の停止は、発光素子回路2からの光の発射を停止することにより、放電回路7によって上記制御電極間を短絡させることによって可能となる。

## 【0018】

このように本実施形態においては、MEMS10を駆動するための高い電圧は、複数の受光ダイオード(例えば太陽電池) $5_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) を直列に接続した受光回路5によって得ている。また、実際の駆動部は、受光回路5と光によりアイソレーションされた発光素子回路2である。この発光素子回路2は、直列に接続する必要は無く、1V～数Vの電圧で動作させることが可能である。このような構成にすることにより、数Vの入力電圧で、数十Vから数百Vの、MEMSの駆動用電圧を、AC（交流）でもDC（直流）でも、自在に得ることが可能である。これにより、高性能でかつ高い信頼性を得ることができる。なお、MEMSの駆動電圧としては、60V以上、100V以上、または600V以上が好ましいものもあり、これらは上述の受光回路5によって可能となり、より良い性能を得ることができる。

## 【 0 0 1 9 】

また、駆動部となる発光素子回路 2 と駆動電圧を発生する受光回路 5 とが電氣的に絶縁されているので、従来のように昇圧用のパワー I C 回路をモジュール化して使用する場合、または特に MEMS とパワー I C を一体集積化する場合に比べて、発生するノイズを少なくすることが可能となり、MEMS 1 0 に悪影響を与えることを可及的に防止することができる。更に MEMS 1 0 が静電駆動型の場合には、発光素子回路 2 および受光回路 5 からなる昇圧部と MEMS 1 0 の静電駆動部とによって 2 重に電氣的に絶縁されているので、ノイズに対するより良い絶縁を得ることができる。

## 【 0 0 2 0 】

また、本実施形態においては、駆動電圧を発生する受光回路 5 が直列接続した受光ダイオードから構成されているので、従来の昇圧用パワー I C 回路に比べて高耐压化が可能となるとともにより良い昇圧波形を得ることができる。

## 【 0 0 2 1 】

また、従来の昇圧用のパワー I C 回路に比べて部品点数を少なくすることができる。

## 【 0 0 2 2 】

更に、本実施形態においては、駆動電圧発生部が直列接続された受光ダイオードから構成されているので MEMS 1 0 がセンサであれば、ダイナミックレンジを大きく取ることができる。

## 【 0 0 2 3 】

なお、本実施形態の MEMS 1 0 は、静電駆動型であっても良いし、他のタイプ（例えば磁気を用いる MEMS 等）であっても良いことは言うまでもない。

## 【 0 0 2 4 】

## （第 2 実施形態）

次に、本発明の第 2 実施形態による MEMS 装置の構成を図 2 に示す。この第 2 実施形態の MEMS 装置 1 A は、第 1 実施形態の MEMS 装置 1 において、MEMS 1 0 を RF-MEMS スイッチ 1 1 に置き換えた構成となっている。RF-MEMS スイッチ 1 1 は、静電駆動型であって、静電電極 1 1 a, 1 1 b と、

可動接触子11cと、接点11d、11eと、入力端子13と、出力端子14とを備えている。接点11dは入力端子13に接続され、接点11eは出力端子14に接続されている。そして、静電電極11a、11bのうちの一方には高電位が印加され、他方には低電位が印加される。このRF-MEMSスイッチ11の具体的な構成は、例えば従来例で説明した図13に示すような構成とすることができる。

## 【0025】

また、放電回路7の一具体的な構成を図3に示す。図3において、放電回路7は、接合型FET8と、抵抗R1、R2とを備えている。接合型FET8は、ドレインが抵抗R1を介して受光回路5を構成する受光ダイオード5<sub>1</sub>のアノードに接続され、ゲートが抵抗R2を介して受光回路5を構成する受光ダイオード5<sub>1</sub>のアノードに接続され、ソースが受光回路5を構成する受光ダイオード5<sub>n</sub>のカソードに接続された構成となっている。また、本実施形態においては、接合型FET8のドレインはRF-MEMS11の静電電極11bに接続され、ソースはRF-MEMS11の静電電極11aに接続される。

## 【0026】

この実施形態においては、接合型FET8はノーマリオン型であって、発光素子回路2が発光して、受光回路5の両端に駆動電圧が生じると、オフ状態となる。そして、この駆動電圧は図3に示す放電回路7を介してRF-MEMSスイッチ11の静電電極11a、11bに印加される。すると、可動接触子11cが接点に接触し、RF-MEMSスイッチ11がオン状態となり、入力端子13と出力端子14が導通する。また、発光素子回路2が光の放射を停止すると、受光回路5の両端の電位差は零となり、放電回路7を構成する接合型FET8のゲートに印加される電位も零になることにより接合型FETがオン状態になる。これにより、静電電極11a、11b間が短絡し、RF-MEMSスイッチ11がオフ状態となる。なお、本実施形態においては、RF-MEMSスイッチ11は、通常時はオフ状態で、静電電極11a、11b間に電圧を印加することにより、オン状態となったが、通常時はオン状態で、静電電極11a、11b間に電圧を印加すればオフ状態となるRF-MEMSスイッチであっても良い。

## 【 0 0 2 7 】

以上説明したように、本実施形態によれば、第 1 実施形態と同様に、ノイズの発生を可及的に抑制し、高い信頼性を得ることができる。また、従来の場合に比べて部品点数を少なくでき、更に高耐圧化が可能となるとともにより良い昇圧波形を得ることができる。

## 【 0 0 2 8 】

## (第 3 実施形態)

次に、本発明の第 3 実施形態による MEMS 装置の構成を図 4 に示す。この第 3 実施形態による MEMS 装置 1 B は、第 2 の実施形態において、RF-MEMS スイッチ 1 1 とインピーダンス整合された配線 1 5 を新たに追加した構成となっている。

## 【 0 0 2 9 】

この第 3 実施形態も第 2 実施形態と同様な効果を奏することは云うまでもない。

## 【 0 0 3 0 】

## (第 4 実施形態)

次に、本発明の第 4 実施形態による MEMS 装置の構成を図 5 に示す。この第 4 実施形態による MEMS 装置 1 C は、第 2 実施形態において、RF-MEMS スイッチ 1 1 の代わりに、直列に接続された 2 個の RF-MEMS スイッチ 1 1<sub>1</sub>、1 1<sub>2</sub> を設けた構成となっている。

## 【 0 0 3 1 】

RF-MEMS スイッチ 1 1<sub>1</sub> は、静電駆動型であって、静電電極 1 1 a<sub>1</sub>、1 1 b<sub>1</sub> と、可動接触子 1 1 c<sub>1</sub> と、接点 1 1 d<sub>1</sub>、1 1 e<sub>1</sub> とを備えている。RF-MEMS スイッチ 1 1<sub>2</sub> は、静電駆動型であって、静電電極 1 1 a<sub>2</sub>、1 1 b<sub>2</sub> と、可動接触子 1 1 c<sub>2</sub> と、接点 1 1 d<sub>2</sub>、1 1 e<sub>2</sub> とを備えている。そして接点 1 1 d<sub>1</sub> は入力端子 1 3 に接続され、接点 1 1 e<sub>1</sub> は接点 1 1 d<sub>2</sub> に接続され、接点 1 1 e<sub>2</sub> は出力端子 1 4 に接続されている。そして、静電電極 1 1 a<sub>1</sub>、1 1 a<sub>2</sub> は共通に接続されて低電位が印加され、1 1 b<sub>1</sub>、1 1 b<sub>2</sub> は共通に接続されて高電位が印加される。

## 【0032】

この実施形態においては、RF-MEMSスイッチが2個直列に接続された構成となっているので、より低容量（高周波）特性を実現することができる。

## 【0033】

なお、この第4実施形態も第2実施形態と同様の効果を奏することは言うまでもない。

## 【0034】

## （第5実施形態）

次に、本発明の第5実施形態によるMEMS装置の構成を図6に示す。この第5実施形態によるMEMS装置1Dは、図5に示す第4実施形態において、並列に接続された2個のRF-MEMSスイッチ11<sub>1</sub>、11<sub>2</sub>とインピーダンス整合された配線15を新たに追加した構成となっている。

## 【0035】

この第5実施形態も第4実施形態と同様の効果を奏することは言うまでもない。

## 【0036】

## （第6実施形態）

次に、本発明の第6実施形態によるMEMS装置の構成を図7に示す。この第6実施形態のMEMS装置1Eは、図5に示す第4実施形態のMEMS装置1Cにおいて、新たにRF-MEMSスイッチ11<sub>3</sub>を設けた構成となっている。

## 【0037】

RF-MEMSスイッチ11<sub>3</sub>は、RF-MEMSスイッチ11<sub>1</sub>は、静電駆動型であって、静電電極11a<sub>3</sub>、11b<sub>3</sub>と、可動接触子11c<sub>3</sub>と、接点11d<sub>3</sub>、11e<sub>3</sub>とを備えている。接点11e<sub>3</sub>は、RF-MEMSスイッチ11<sub>1</sub>の接点11e<sub>1</sub>とRF-MEMSスイッチ11<sub>2</sub>の接点11d<sub>2</sub>との接続点に接続され、接点11d<sub>3</sub>は接地電源に接続される。また、静電電極11b<sub>3</sub>は静電電極11b<sub>1</sub>、11b<sub>2</sub>と共通に接続されて高電位が印加される。

## 【0038】

この実施形態は、第4実施形態と同様に、ノイズの発生を可及的に抑制し、高

い信頼性を得ることができるとともに、第4実施形態に比べて更に良い低容量（高周波）特性を得ることができる。

## 【0039】

## （第7実施形態）

次に、本発明の第7実施形態によるMEMS装置の構成を図8に示す。この第7実施形態のMEMS装置1Fは、図2に示す第2実施形態のMEMS装置1Aにおいて、RF-MEMSスイッチ11の代わりにC接点のRF-MEMSスイッチ17を設けた構成となっている。

## 【0040】

このRF-MEMSスイッチ17は、入力端子18に接続された可動接触子17aと、出力端子19aに接続された接点17bと、出力端子19bに接続された接点17cとを備えている。入力端子18は、放電回路7を介して受光回路5の高電位側に接続された構成となっている。通常時は、スイッチ17の可動接触子17aは接点17b、17cのうちの一方に接続され、発光素子回路2から光が発射されて受光回路5の両端に電圧が発生すると可動接触子17aが動作して接点17b、17cのうちの他方に接続される。

## 【0041】

この実施形態も第2実施形態と同様に、ノイズの発生を可及的に抑制し、高い信頼性を得ることができる。

## 【0042】

## （第8実施形態）

次に、本発明の第8実施形態によるMEMS装置の構成を図9に示す。この第8実施形態のMEMS装置40は、LEDチップ42と、シリコン光チューブ44と、MOSFET駆動チップ46と、MOSFET駆動チップ46と電氣的に接続されたMEMSが形成されたMEMSチップ48、50とを備え、これらの構成要素は、パッケージ化されている。LEDチップ42は、第1乃至第7実施形態における発光素子回路2を有しており、MOSFET駆動チップ46は、第1乃至第7実施形態の受光回路5および放電回路7を有している。また、発光素子回路2と受光回路5がシリコン光チューブ44によって光結合され、発光素子

回路 2 から出射された光はシリコン光チューブ 4 4 を通ってほぼ漏れることなく受光回路 5 に到達する。この実施形態においては、LED チップ 4 2 と MOSFET 駆動チップ 4 6 とは対向して配置されているが、同一面上に並べて配置し、シリコン光チューブ 4 4 によって光結合するように構成しても良い。

## 【 0 0 4 3 】

この第 8 実施形態も第 1 実施形態と同様にノイズの発生を可及的に抑制し、高い信頼性を得ることができる。

## 【 0 0 4 4 】

## (第 9 実施形態)

次に、本発明の第 9 実施形態による MEMS 装置の構成を図 1 0 に示す。この第 9 実施形態の MEMS 装置 4 0 A は、LED チップ 4 2 と、シリコン光チューブ 4 4 と、MOSFET 駆動チップ 4 6 と、MOSFET 駆動チップ 4 6 と電気的に接続された MEMS スイッチが形成された MEMS チップ 4 8 a、5 0 a と、これらの MOSFET 駆動チップ 4 6、MEMS チップ 4 8 a、5 0 a とインピーダンス整合された配線 5 2 とを備え、これらの構成要素は、パッケージ化されている。LED チップ 4 2 は、第 1 乃至第 7 実施形態における発光素子回路 2 を有しており、MOSFET 駆動チップ 4 6 は、第 1 乃至第 7 実施形態の受光回路 5 および放電回路 7 を有している。また、発光素子回路 2 と受光回路 5 がシリコン光チューブ 4 4 によって光結合され、発光素子回路 2 から出射された光はシリコン光チューブ 4 4 を通ってほぼ漏れることなく受光回路 5 に到達する。この実施形態においては、LED チップ 4 2 と MOSFET 駆動チップ 4 6 とは対向して配置されているが、同一面上に並べて配置し、シリコン光チューブ 4 4 によって光結合するように構成しても良い。

## 【 0 0 4 5 】

なお、この実施形態においては、MEMS チップ 4 8 a を構成する MEMS スイッチがオン状態のときには MEMS チップ 5 0 a を構成する MEMS スイッチがオフ状態となり、MEMS チップ 4 8 a を構成する MEMS スイッチがオフ状態のときには MEMS チップ 5 0 a を構成する MEMS スイッチがオン状態となるように構成されている。また、配線 5 2 は接地電源に接続されている。

## 【 0 0 4 6 】

この第 9 実施形態も第 1 実施形態と同様にノイズの発生を可及的に抑制し、高い信頼性を得ることができる。

## 【 0 0 4 7 】

## (第 1 0 実施形態)

次に、本発明の第 1 0 実施形態による MEMS 装置の構成を図 1 1 に示す。この第 1 0 実施形態の MEMS 装置 4 0 B は、LED チップ 4 2 と、シリコン光チューブ 4 4 と、MOSFET 駆動チップ 4 6 と、MOSFET 駆動チップ 4 6 と電氣的に接続された MEMS スイッチが形成された MEMS チップ 4 8 b、5 0 b と、これらの MOSFET 駆動チップ 4 6、MEMS チップ 4 8 b、5 0 b とインピーダンス整合された配線 5 2 とを備え、これらの構成要素は、パッケージ化されている。LED チップ 4 2 は、第 1 乃至第 7 実施形態における発光素子回路 2 を有しており、MOSFET 駆動チップ 4 6 は、第 1 乃至第 7 実施形態の受光回路 5 および放電回路 7 を有している。また、発光素子回路 2 と受光回路 5 がシリコン光チューブ 4 4 によって光結合され、発光素子回路 2 から出射された光はシリコン光チューブ 4 4 を通ってほぼ漏れることなく受光回路 5 に到達する。この実施形態においては、LED チップ 4 2 と MOSFET 駆動チップ 4 6 とは対向して配置されているが、同一面上に並べて配置し、シリコン光チューブ 4 4 によって光結合するように構成しても良い。

## 【 0 0 4 8 】

なお、この実施形態においては、MEMS チップ 4 8 b を構成する MEMS スイッチと MEMS チップ 5 0 b を構成する MEMS スイッチは、共にオンまたはオフ状態となるように構成されている。

## 【 0 0 4 9 】

この第 1 0 実施形態も第 1 実施形態と同様にノイズの発生を可及的に抑制し、高い信頼性を得ることができる。

## 【 0 0 5 0 】

## (第 1 1 実施形態)

次に、本発明の第 1 1 実施形態による MEMS 装置の構成を図 1 4 に示す。こ



の第 1 1 実施形態による MEMS 装置は、図 2 に示す第 2 実施形態の MEMS 装置において、発光素子回路 2' と、受光回路 5' と、MOS スイッチ 7 0 と、抵抗 7 2 とを新たに設けた構成となっている。発光素子回路 2' は、例えば LED (Light Emitting Diode) または LD (Laser Diode) など発光素子 2 a から構成され、受光回路 5' は、直列に接続された複数の受光ダイオード  $5_1, \dots, 5_n$  から構成される。MOS スイッチ 7 0 のゲートは放電回路 7 を介して受光回路 5' の高電位側と接続され、ソースまたはドレインのうちの一方が受光回路 5 の低電位側に接続され、他方が RF-MEMS スイッチ 1 1 の静電電極 1 1 a に接続された構成となっている。抵抗 7 2 の一端は RF-MEMS スイッチ 1 1 の静電電極 1 1 a に接続され、他端が RF-MEMS スイッチ 1 1 の静電電極 1 1 b に接続された構成となっている。

#### 【 0 0 5 1 】

次に、本実施形態の動作を説明する。まず、受光回路 2 から光が発射されると、受光回路 5 の両端に高電圧が発生するが、MOS ゲート 7 0 がオフしているので、RF-MEMS スイッチ 1 1 の静電電極 1 1 a、1 1 b には同電位となり、同じ電荷がチャージされる。このため、静電斥力が可動接触子 1 1 c に作用し、可動接触子 1 1 c と接点 1 1 d、1 1 e 間の距離が大きくなり、より確実なスイッチオフ状態が可能となる。このような状態で、発光素子回路 2' から光を受光回路 5' に発射すると、受光回路 5' の両端に高電圧が発生する。すると、受光回路 5' の高電位は、放電回路 7 を介して、MOS スイッチ 7 0 のゲートに印加され、MOS スイッチ 7 0 がオンする。すると、抵抗 7 2 に電流が流れ、RF-MEMS スイッチ 1 1 の静電電極 1 1 a、1 1 b には異なる電荷がチャージされる。これにより、静電引力が可動接触子 1 1 c に作用し、可動接触子 1 1 c が接点 1 1 d、1 1 e に接するようになり、確実なスイッチオン状態となる。

#### 【 0 0 5 2 】

この実施形態も第 2 実施形態と同様に、ノイズの発生を可及的に抑制し、高い信頼性を得ることができる。

#### 【 0 0 5 3 】

このような、静電気の引力と斥力を使い分ける回路を、これまで説明した基本

構成に付加することで、より確実かつ高い信頼性でのMEMS動作が可能である。

【0054】

引力と斥力を有効に使い分ける回路または構造は、RF-MEMSだけではなく、MEMSミラー、アクチュエータその他MEMSの信頼性向上にも有効であることは言うまでもない。

【0055】

上記実施形態においては、MEMSがRF-MEMSスイッチである場合について説明したが、フォトダイオードアレイで発生した高い電圧によって駆動されるMEMS構造は、ミラーや光スイッチ、アクチュエータ等、機械的な形状の変化により信号を制御するあらゆる構造に対して有効である。

【0056】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、ノイズの発生を可及的に抑制し、高い信頼性を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1実施形態によるMEMS装置の構成を示すブロック図。

【図2】

本発明の第2実施形態によるMEMS装置の構成を示すブロック図。

【図3】

本発明に係る放電回路の一具体例の構成を示す回路図。

【図4】

本発明の第3実施形態によるMEMS装置の構成を示すブロック図。

【図5】

本発明の第4実施形態によるMEMS装置の構成を示すブロック図。

【図6】

本発明の第5実施形態によるMEMS装置の構成を示すブロック図。

【図7】

本発明の第 6 実施形態による MEMS 装置の構成を示すブロック図。

【図 8】

本発明の第 7 実施形態による MEMS 装置の構成を示すブロック図。

【図 9】

本発明の第 8 実施形態による MEMS 装置の構成を示す断面図。

【図 10】

本発明の第 9 実施形態による MEMS 装置の構成を示す断面図。

【図 11】

本発明の第 10 実施形態による MEMS 装置の構成を示す断面図。

【図 12】

RF-MEMS スイッチの一般的な構成を示すブロック図。

【図 13】

RF-MEMS スイッチの一具体的な構成を示す図。

【図 14】

本発明の第 11 実施形態による MEMS 装置の構成を示すブロック図。

【符号の説明】

- 2 発光素子回路
- 2 a 発光ダイオード
- 4 駆動回路
- 5 受光回路
- 5<sub>i</sub> (i = 1, . . . , n) 受光ダイオード
- 7 放電回路
- 8 接合型 FET
- 10 MEMS
- 11 RF-MEMS スイッチ
- 11 a、11 b 静電電極
- 11 c 可動接触子
- 11 d、11 e 接点
- 13 入力端子

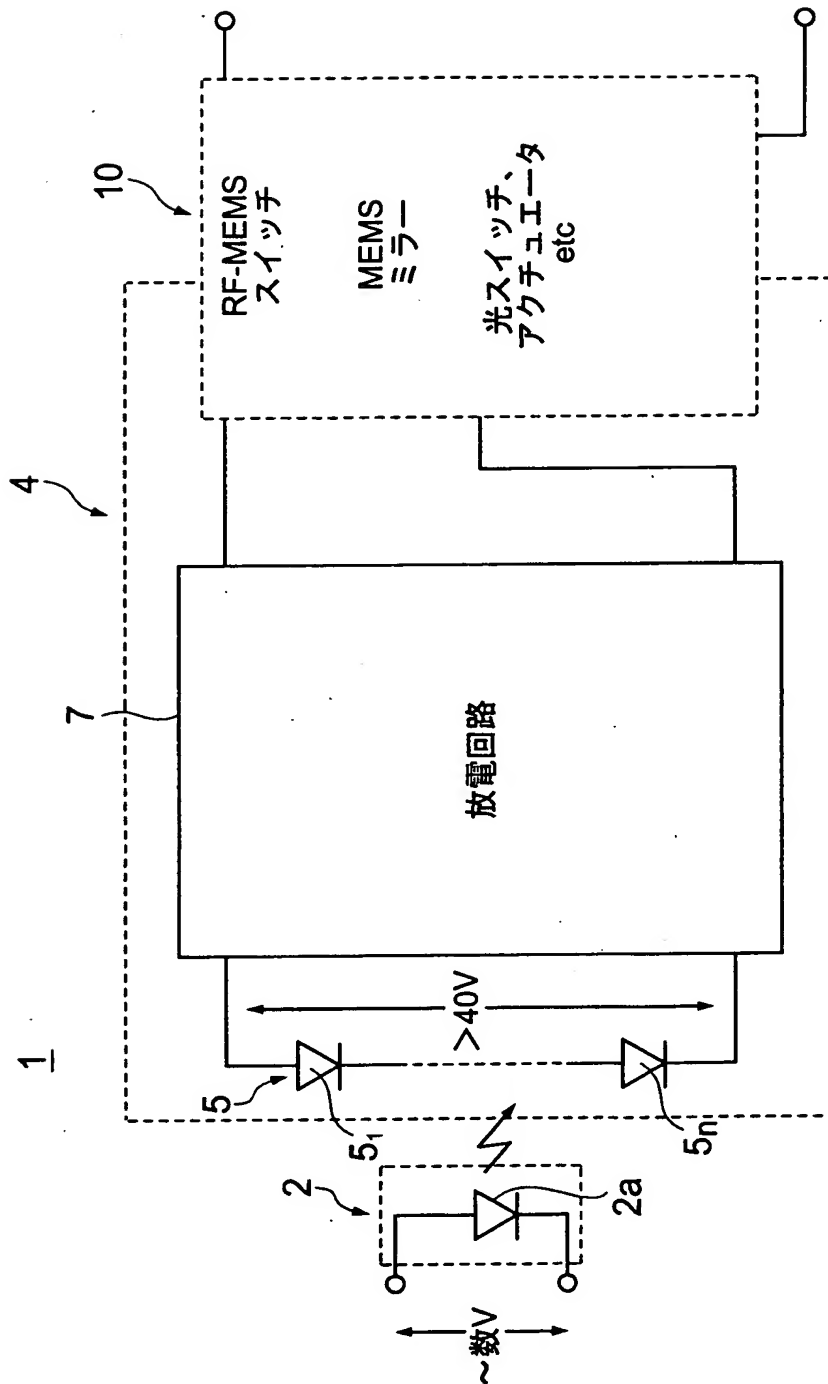
1 4 出力端子

7 0 MOSスイッチ

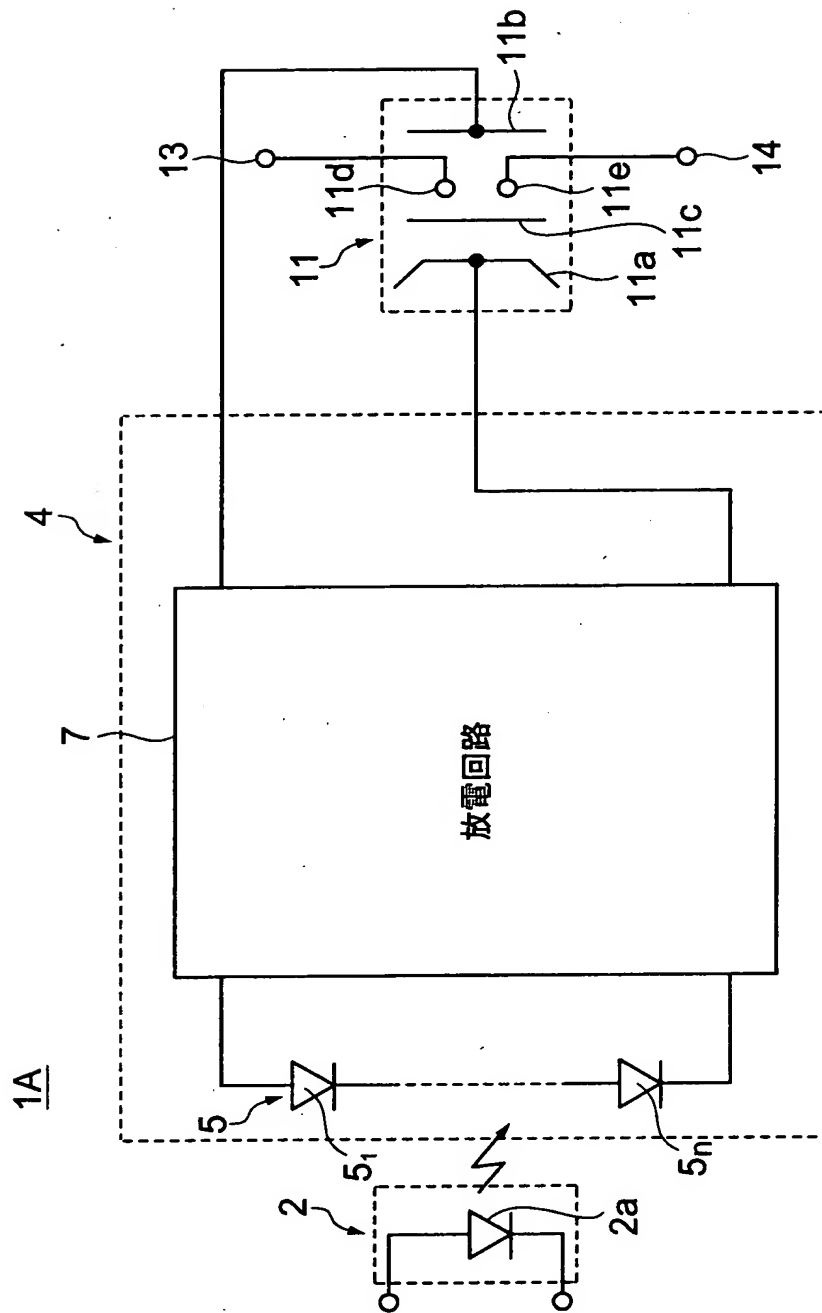
7 2 抵抗

【書類名】 図面

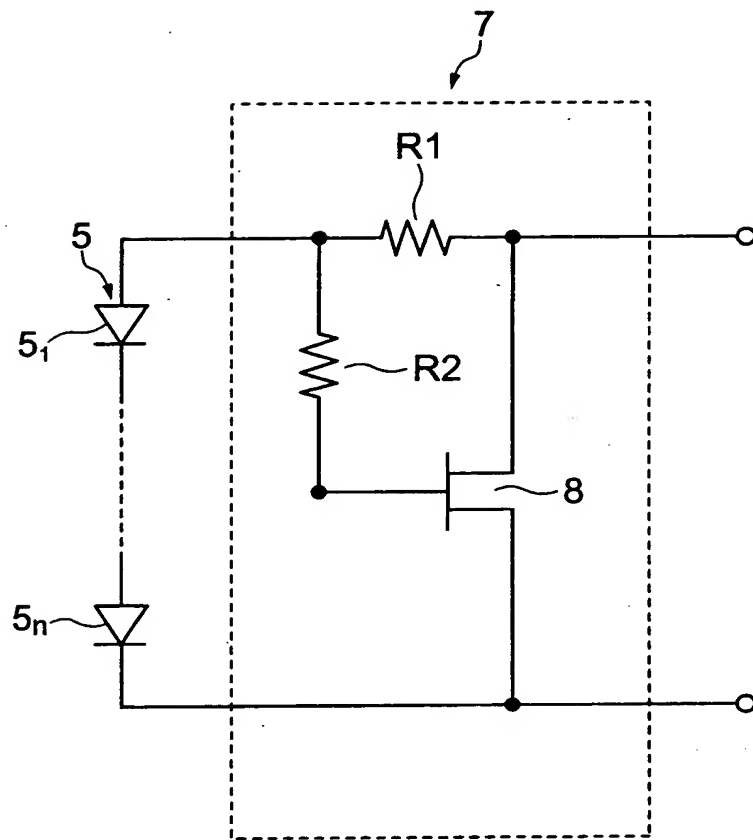
【図1】



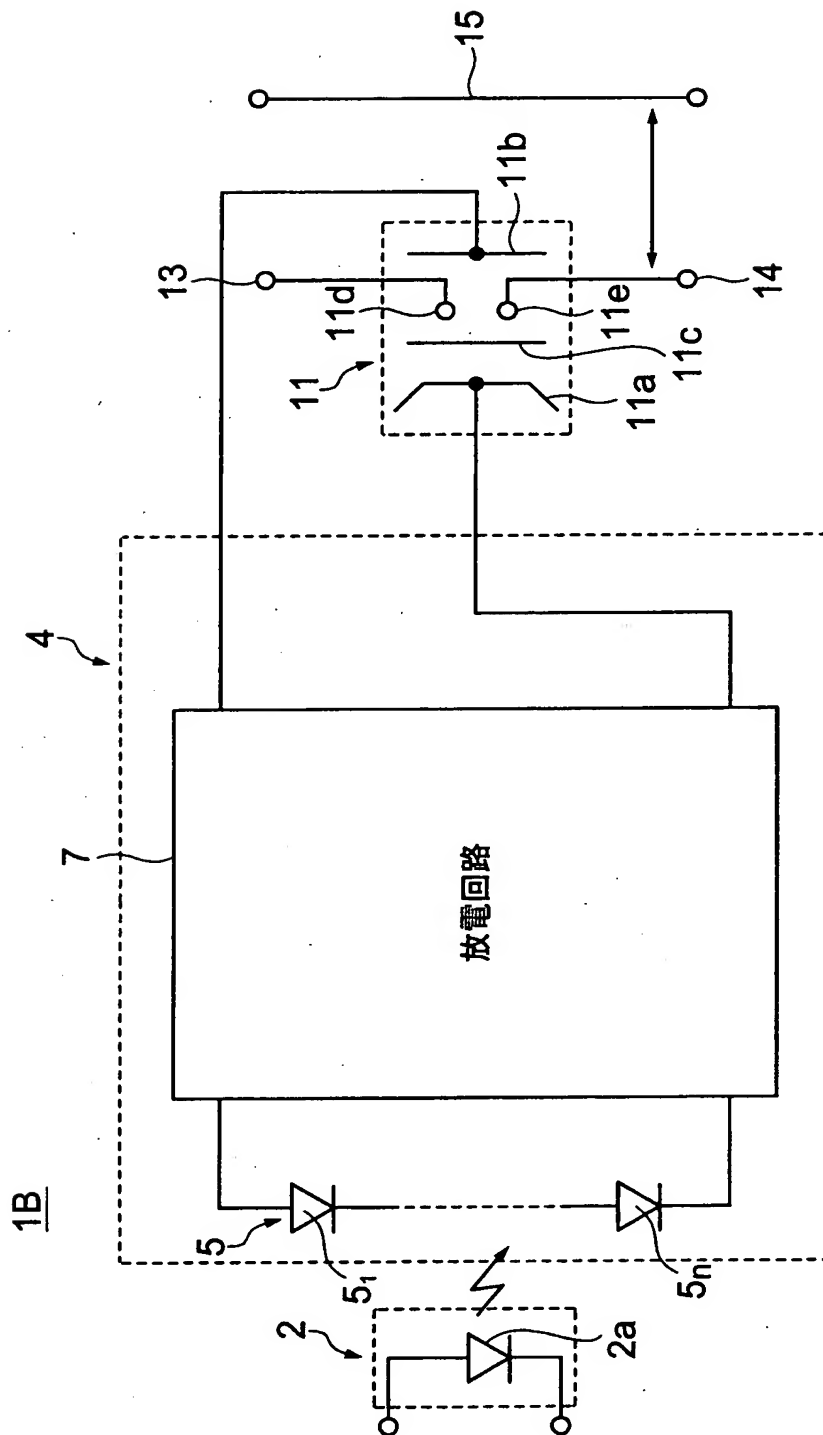
【図 2】



【図 3】

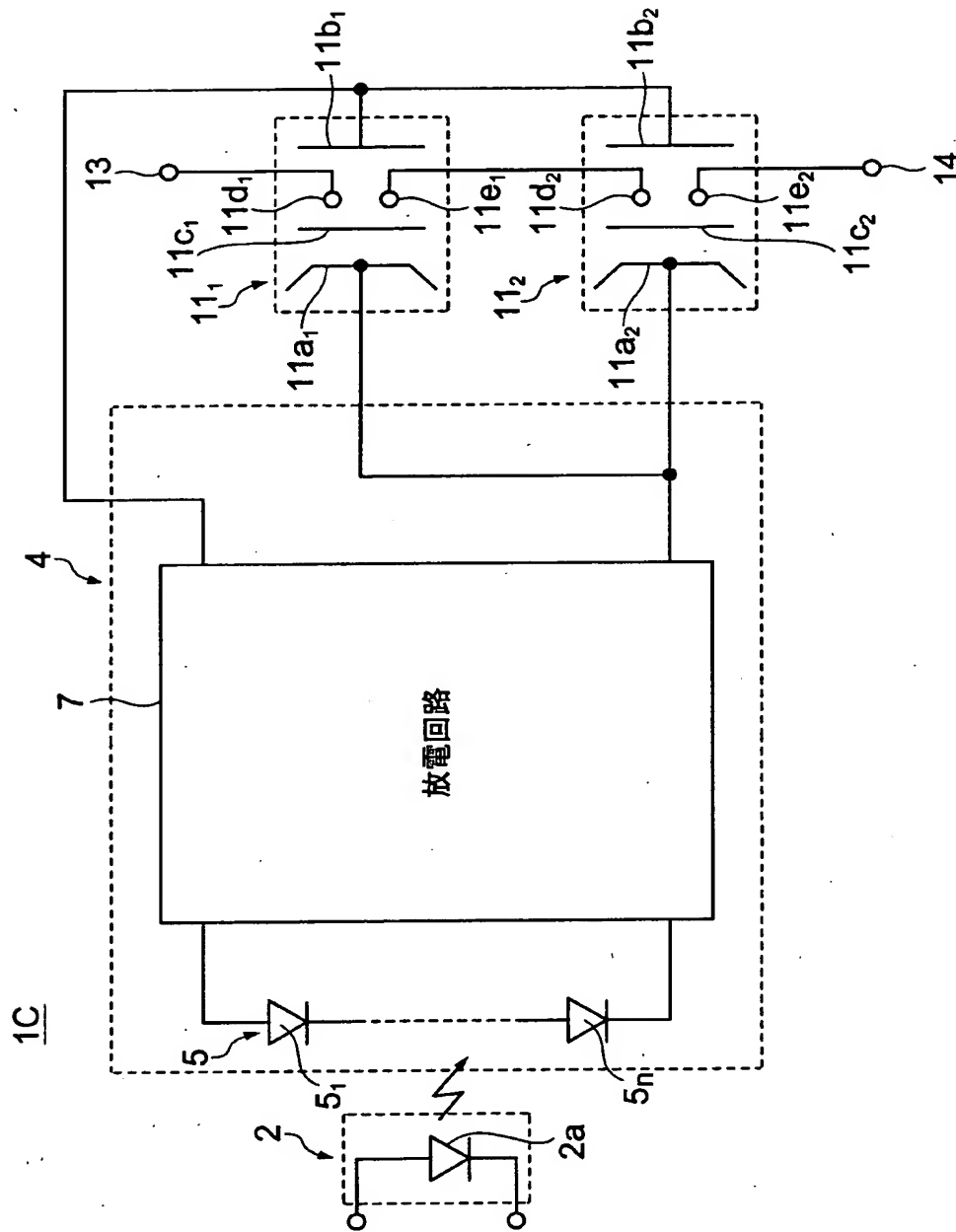


【図 4】

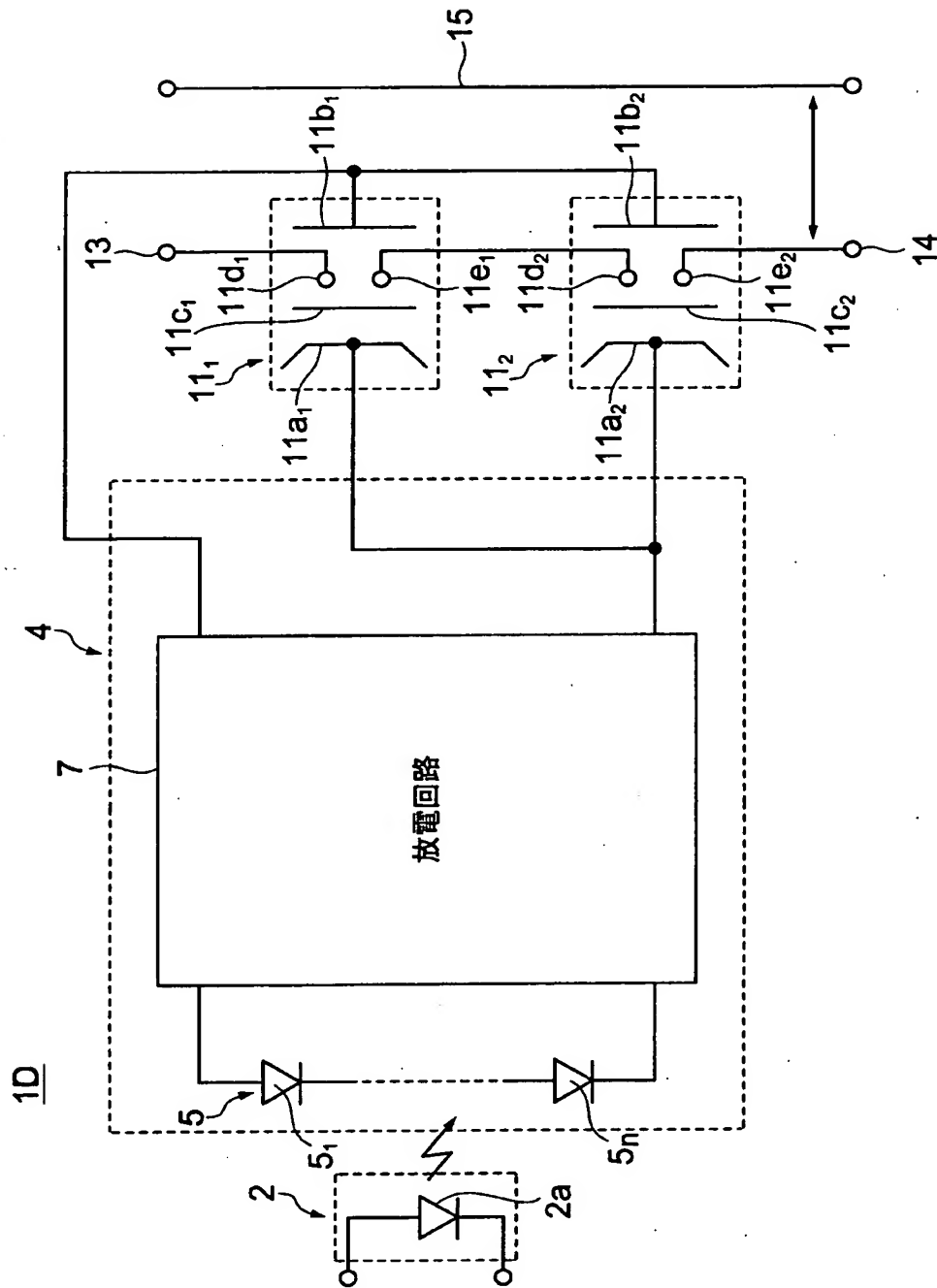




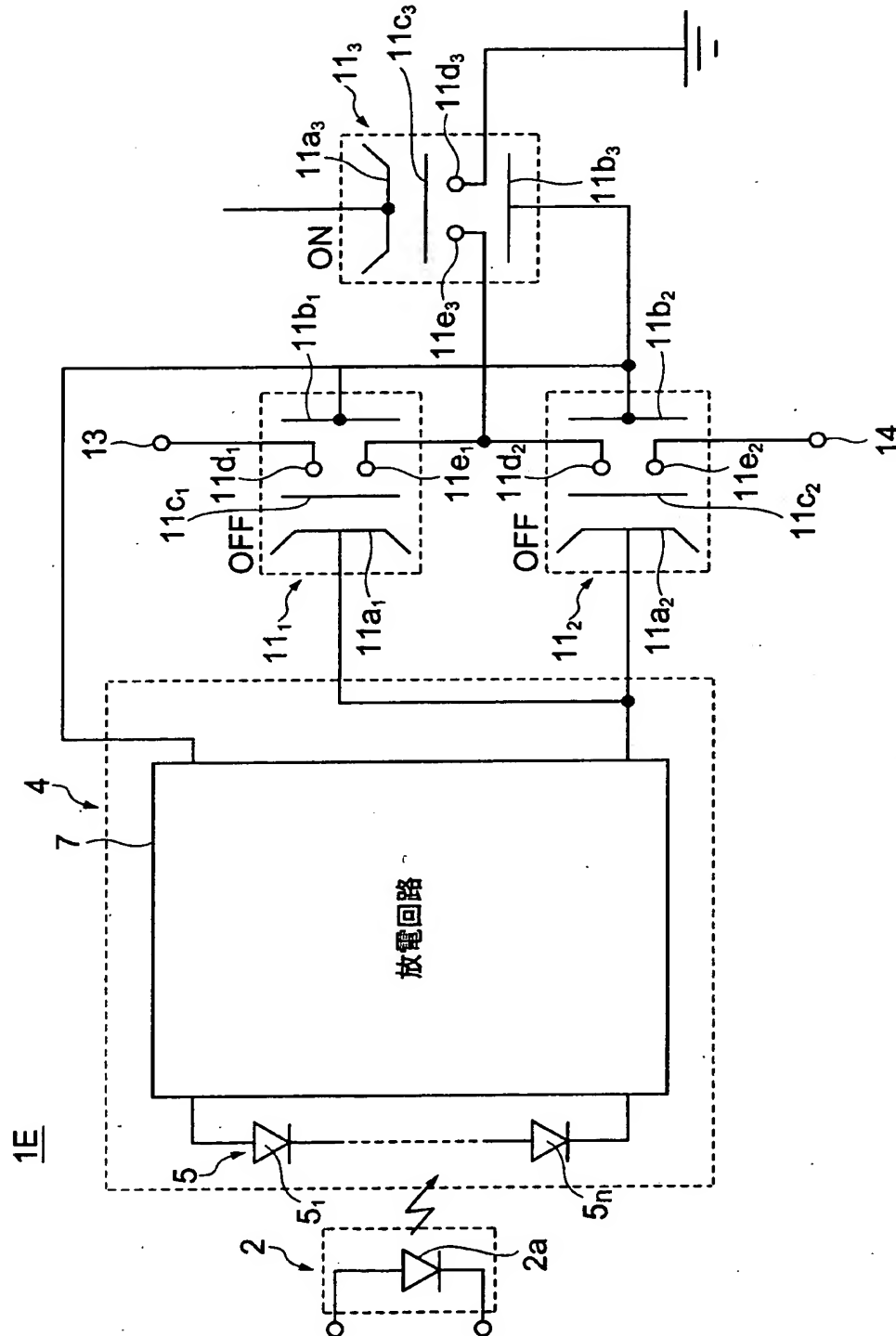
【図 5】



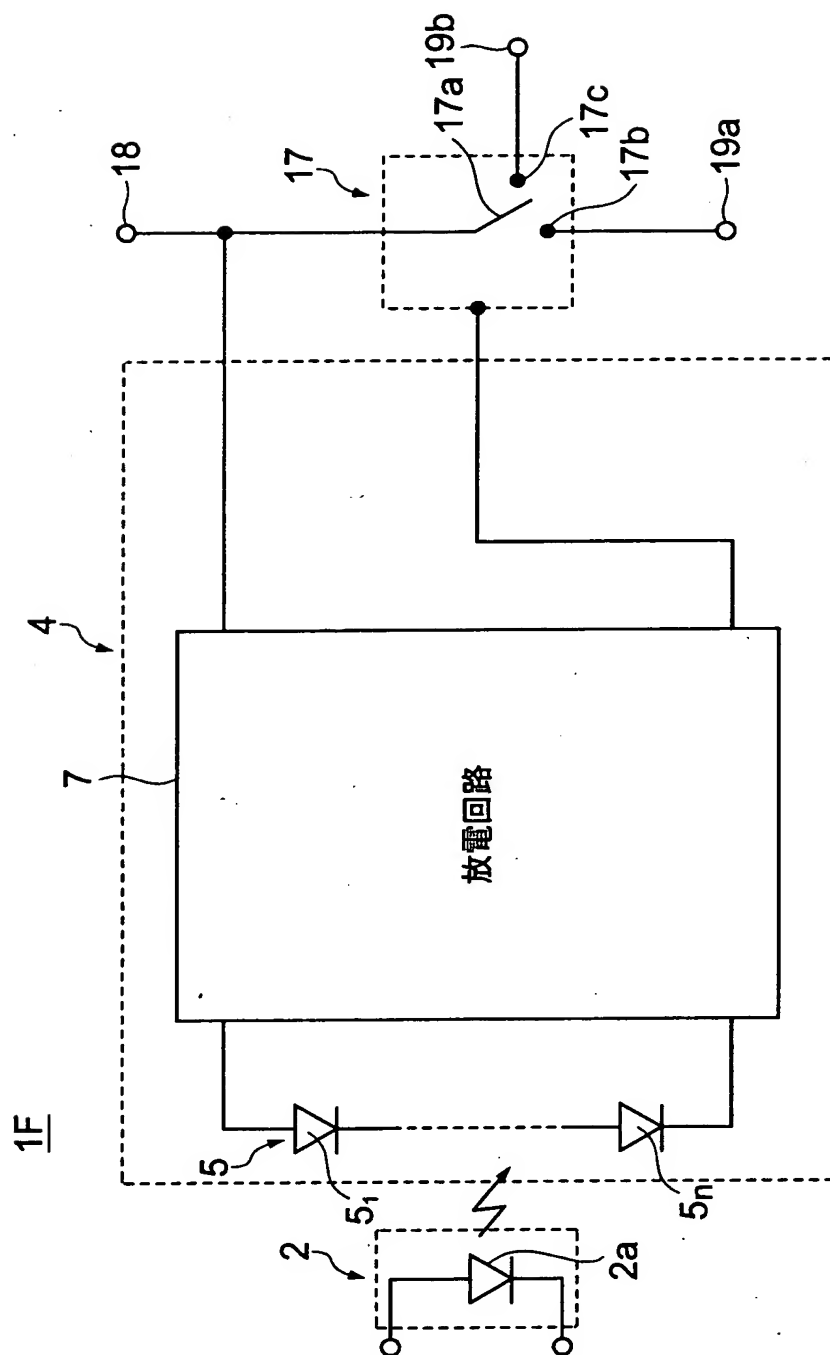
【図 6】



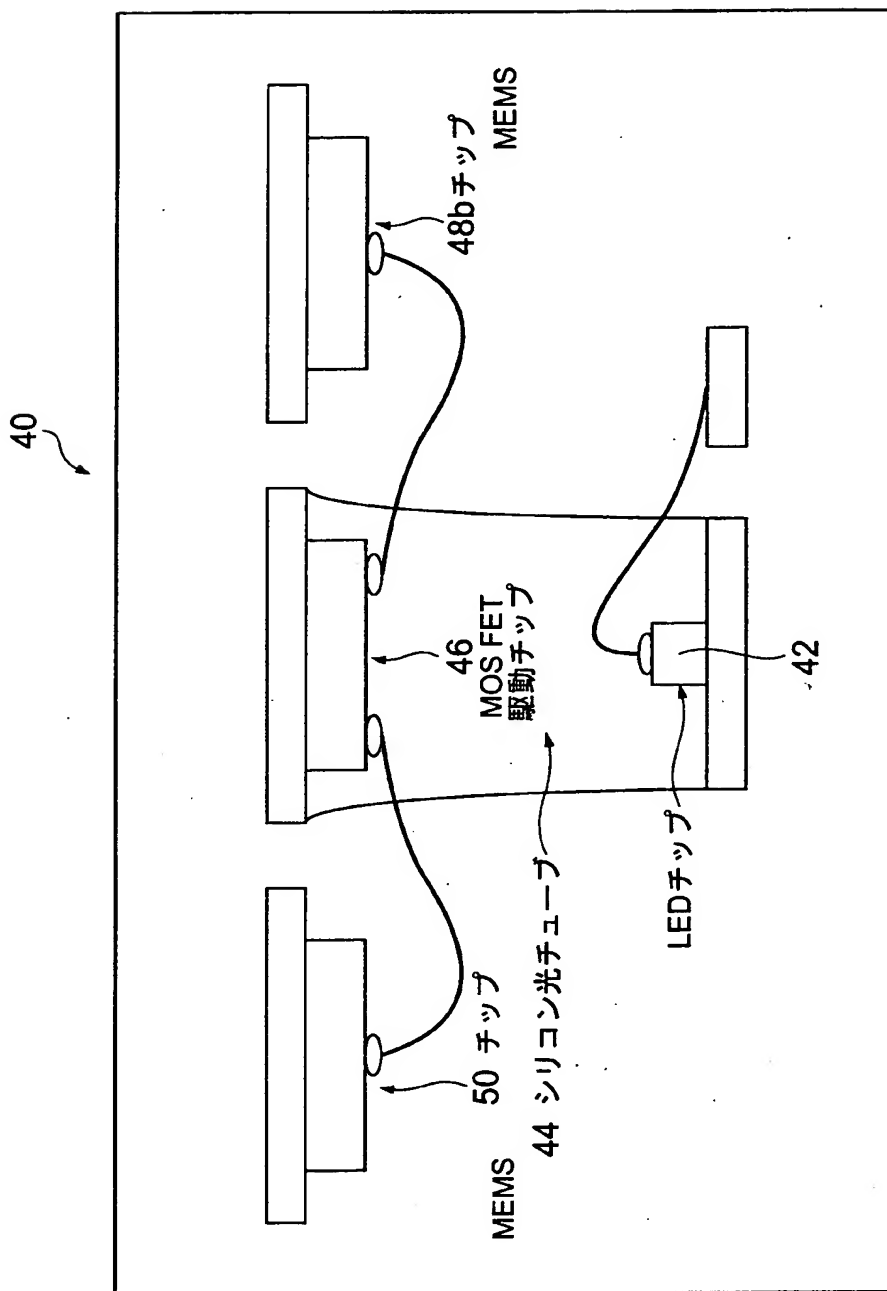
【図 7】



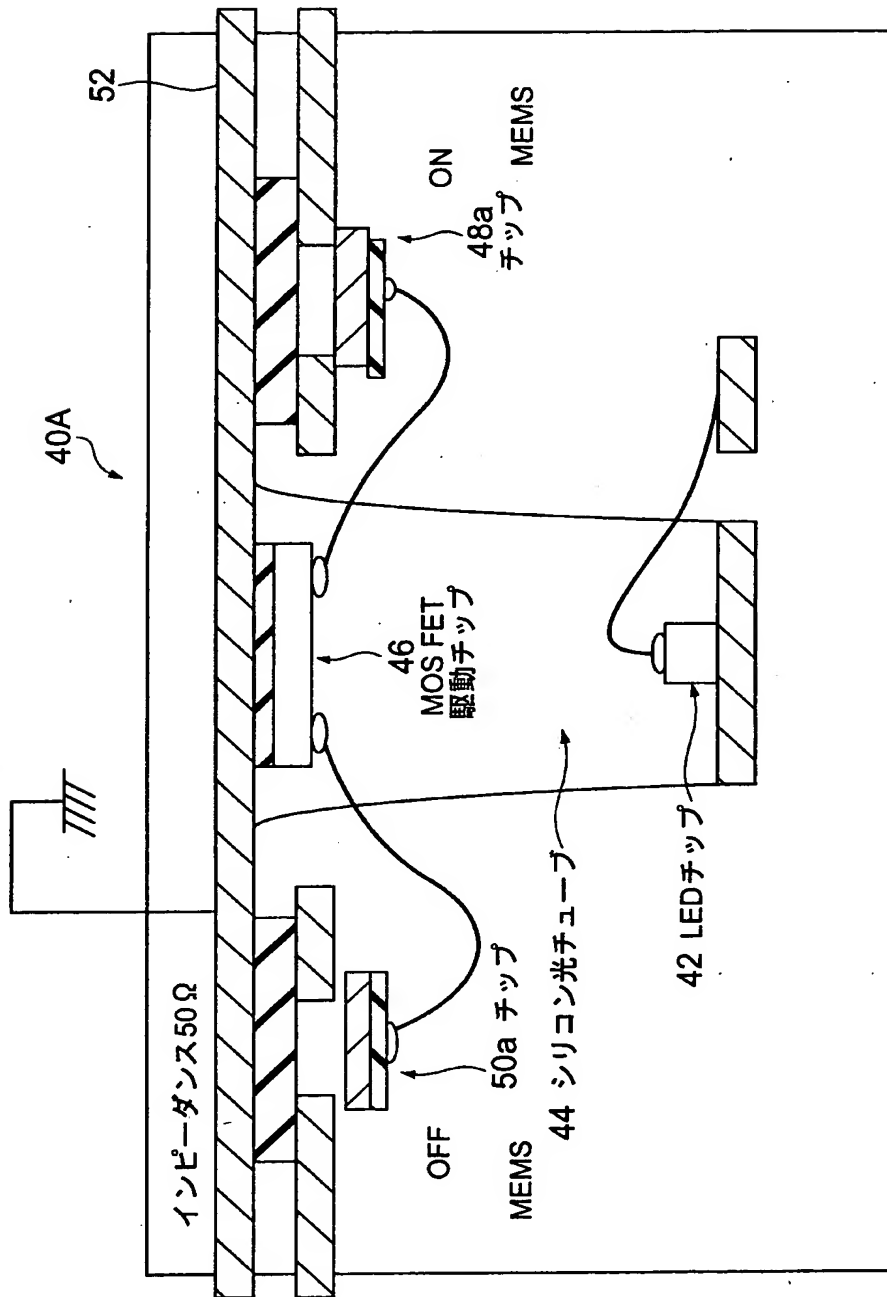
【图 8】



【図9】



【図10】



【図 11】

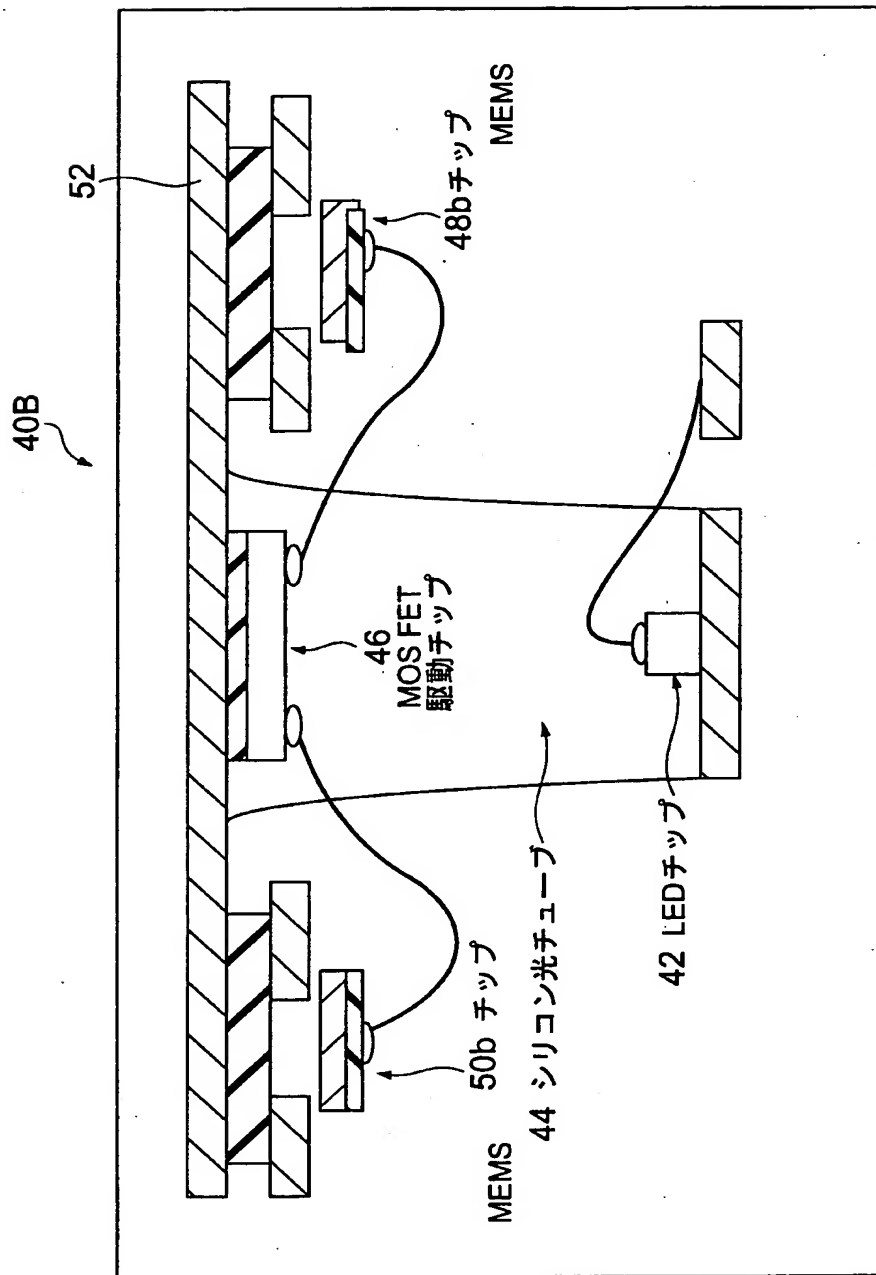
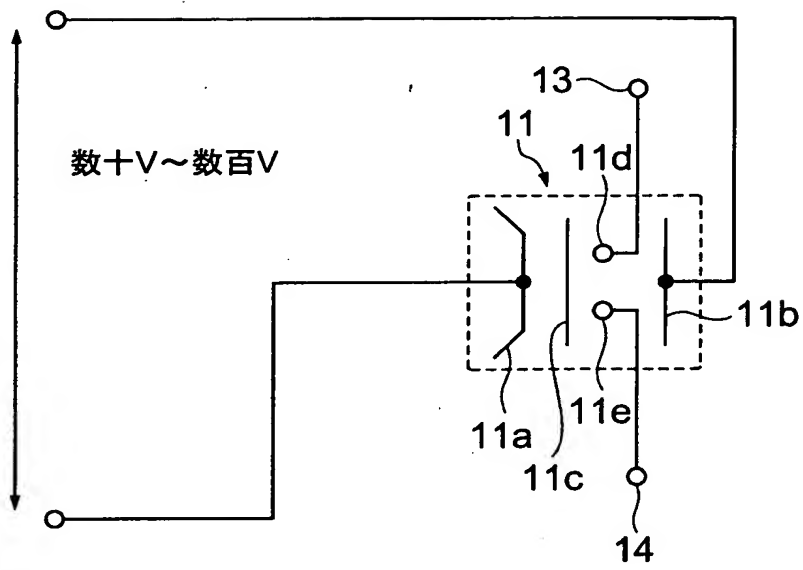
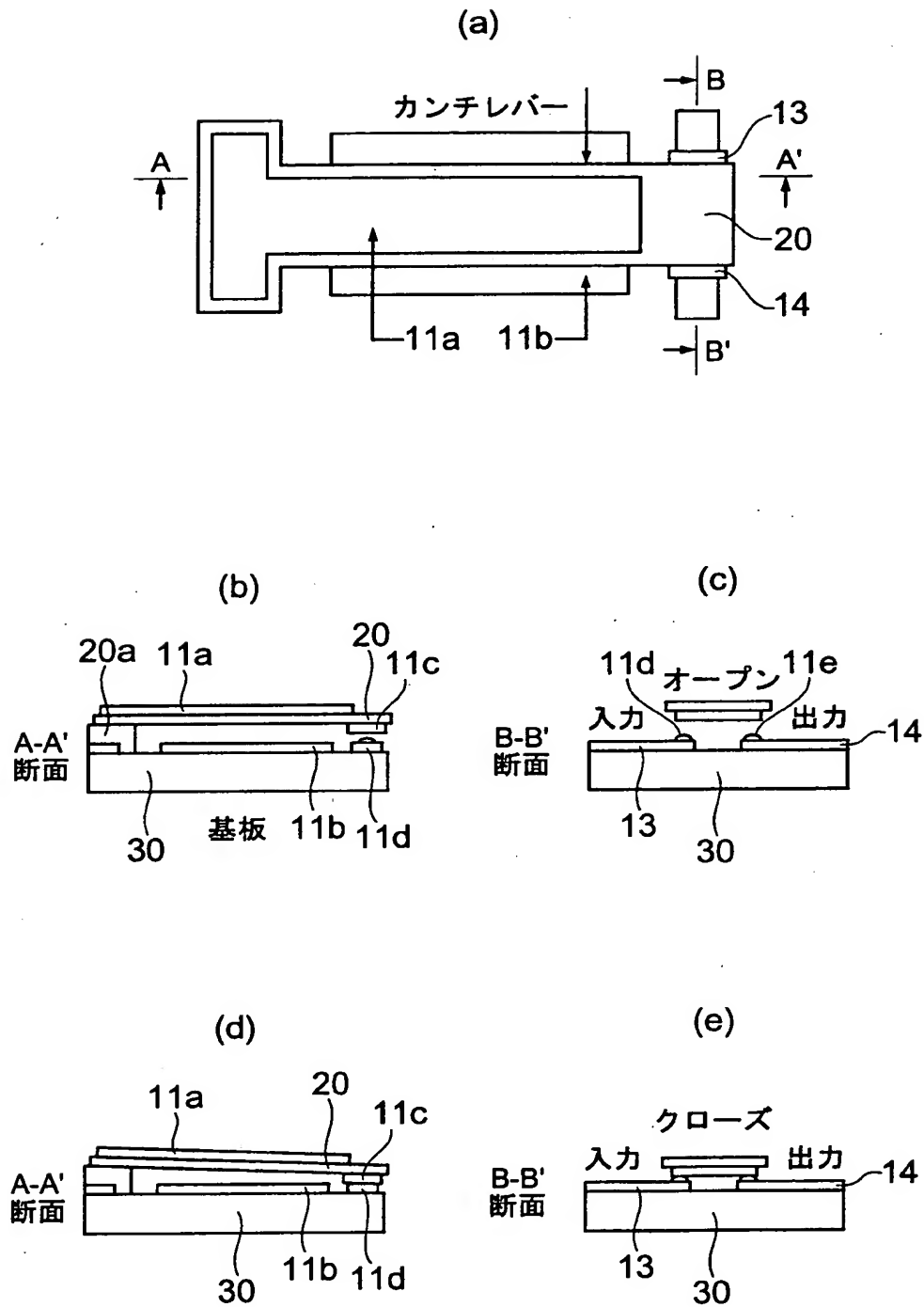


図 1 2 ]

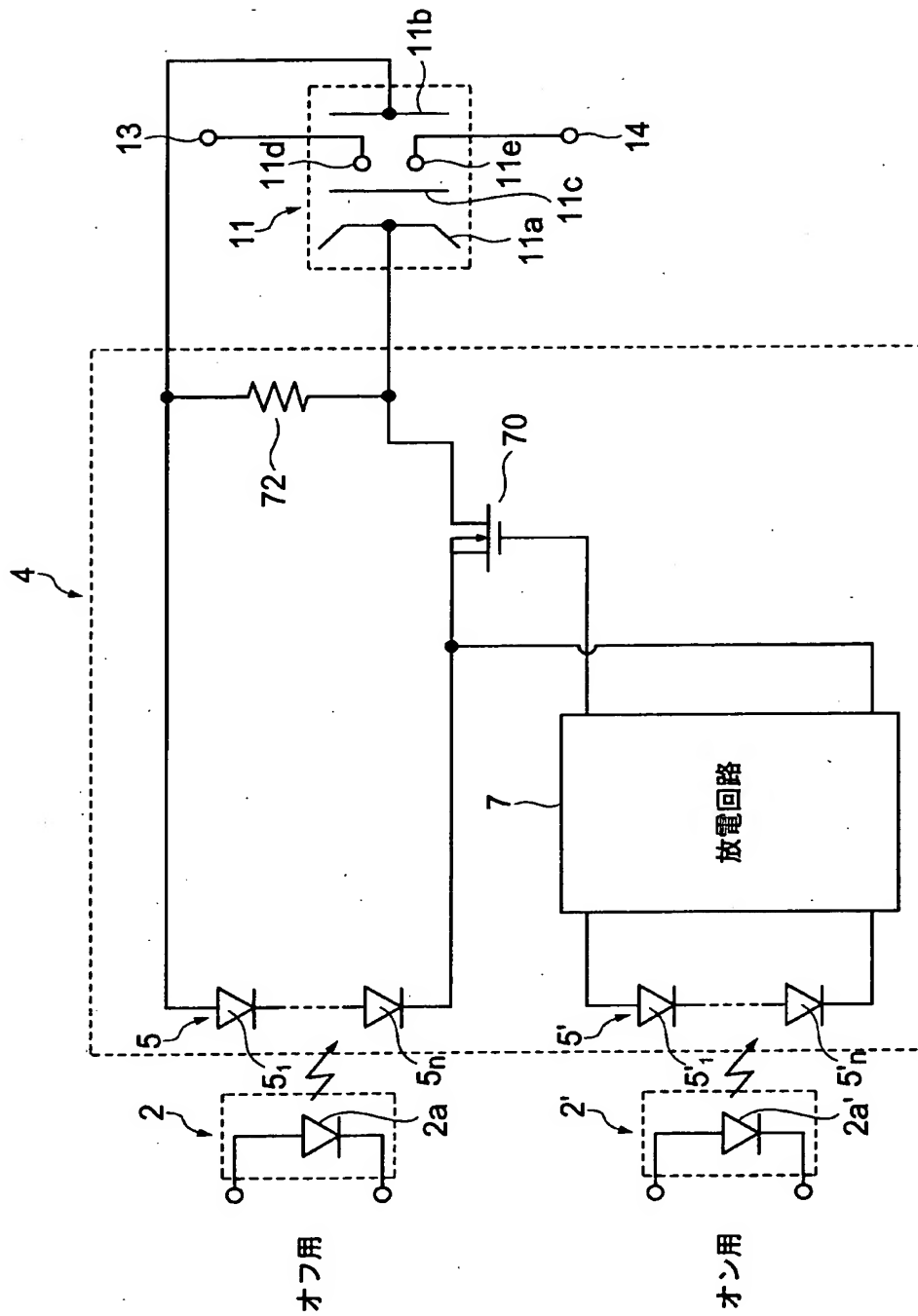




【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ノイズの発生を可及的に抑制し、高い信頼性を得ることを可能にする

。 【解決手段】 発光素子 2 と、発光素子から出射された光を受け電圧を発生する受光素子  $5_1$  ,  $\dots$  ,  $5_n$  が複数個直列に接続された受光回路 5 と、受光回路によって発生された電圧によって駆動される MEMS 構造部 1 0 と、を備えている。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日	2001年 7月 2日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名	株式会社東芝